

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-241824

(P 2 0 0 0 - 2 4 1 8 2 4 A)

(43)公開日 平成12年9月8日(2000.9.8)

(51)Int. Cl. <sup>1</sup>

G02F 1/1341

識別記号

F I

G02F 1/1341

7-コード (参考)

2H089

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 4 頁)

(21)出願番号 特願平11-39314

(22)出願日 平成11年2月18日(1999.2.18)

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 吉田 正典

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 上天 一浩

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74)代理人 100068087

弁理士 森本 毅弘

最終頁に続く

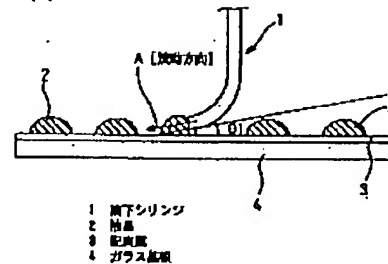
(54)【発明の名称】 液晶表示装置の製造方法

(57)【要約】

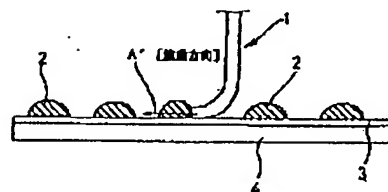
【課題】 液晶の滴下跡による濃淡ムラを容易に解消することのできる液晶表示装置の製造方法を提供する。

【解決手段】 滴下シリンジ1から一方の基板4に液晶2を滴下した後、対向基板を貼り合せて一对の基板の間に液晶2が封止された液晶表示装置を製造するに際し、滴下シリンジ1出口での液晶2の流動方向【矢印A方向】と基板表面とのなす角度 $\theta$ 1が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ となるように滴下シリンジ1出口を傾斜させて液晶2を滴下する。

(a)



(b)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 滴下シリンジから一方の基板に液晶を滴下した後、対向基板を貼り合せて一対の基板の間に液晶が封止された液晶表示装置を製造するに際し、

滴下シリンジ出口での液晶の流動方向と基板表面とのなす角度が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ となるように滴下シリンジ出口を傾斜させて液晶を滴下する液晶表示装置の製造方法。

【請求項2】 液晶を滴下する側の基板の表面に形成された配向膜のラビング溝と滴下シリンジ出口での液晶の流動方向とのなす角が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ である請求項1記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項3】 ネマチックー等方相転移温度より高い温度に液晶を加熱した状態で、液晶を基板に滴下する請求項1または請求項2記載の液晶表示装置の製造方法。

【請求項4】 液晶を超音波処理した後に基板に滴下する請求項1から請求項3のいずれか記載の液晶表示装置の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、滴下シリンジから一方の基板に液晶を滴下した後、対向基板を貼り合せる液晶表示装置の製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 従来より、液晶表示装置に使用される液晶パネルの組立て方法には、大きく分類して2通りの工法がある。第一の工法は、一対のガラス基板を貼り合わせて空セルを組み立てた後に、空セル内を真空引きし、空セル内の真空圧と大気圧の圧力差を利用して液晶材料を注入するいわゆる真空注入工法と呼ばれるものである。

【0003】 現在までに生産された液晶パネルのほとんどが、この真空注入工法により組み立てられている。しかしながら、この真空注入工法では、液晶を封入するのに数時間を要し、生産性の点で問題があった。第二の工法は、液晶材料を一方の基板上に滴下した後、もう一方の基板を貼り合わせるいわゆる滴下工法と呼ばれるものである。

【0004】 この滴下工法は、パネル作成のスループットが短く、液晶材料の利用効率も高いことから次世代のパネル組立工法として期待されている。図2は、従来の滴下工法を示す。表面に配向膜3の形成されたガラス基板4に、滴下シリンジ1にて液晶2を滴下する。

【0005】 このとき滴下シリンジ1はガラス基板4に対して垂直となっており、矢印Bで示す滴下シリンジ1の先端での液晶2の流動方向とガラス基板4の表面とのなす角 $\theta 2$ は $90^{\circ}$ となっている。

## 【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のような液晶2の滴下方法では、液晶2を滴下したガラス基板4に対向基板を貼り合わせた際に、液晶2の広がり

や流動性が著しく悪くなり、特に、ガラス基板4の表面と液晶2との濡れ性の悪い場合や、配向膜3の配向規制力が弱い場合には、液晶2の滴下跡が生じて液晶表示装置に濃淡ムラが生じやすくなる。

【0007】 このような濃淡ムラを解決するためには、配向膜3の硬化条件などの他のプロセス条件を厳密にコントロールする必要がある、プロセスマージンが狭くなる。また、一部の配合系の液晶2については液晶跡の発生が顕著であるため、その使用が困難である。本発明は前記問題点を解決し、液晶の滴下跡による濃淡ムラを容易に解消することのできる液晶表示装置の製造方法を提供するのである。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の液晶表示装置の製造方法は、液晶を滴下する滴下シリンジの先端角度を制御することを特徴とする。この本発明によると、液晶を滴下した基板と対向基板とを貼り合わせる際に液晶の広がりや流動性が良くなり、他のプロセス条件の厳密なコントロールを行うことなく濃淡ムラのない液晶表示装置を提供することができる。

## 【0009】

【発明の実施の形態】 請求項1記載の液晶表示装置の製造方法は、滴下シリンジから一方の基板に液晶を滴下した後、対向基板を貼り合せて一対の基板の間に液晶が封止された液晶表示装置を製造するに際し、滴下シリンジ出口での液晶の流動方向と基板表面とのなす角度が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ となるように滴下シリンジ出口を傾斜させて液晶を滴下することを特徴とする。

## 【0010】 請求項2記載の液晶表示装置の製造方法

は、請求項1において、液晶を滴下する側の基板の表面に形成された配向膜のラビング溝と滴下シリンジ出口での液晶の流動方向とのなす角が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ であることを特徴とする。請求項3記載の液晶表示装置の製造方法は、請求項1または請求項2において、ネマチックー等方相転移温度より高い温度に液晶を加熱した状態で、液晶を基板に滴下することを特徴とする。

## 【0011】 請求項4記載の液晶表示装置の製造方法

は、請求項1から請求項3のいずれかにおいて、液晶を超音波処理した後に基板に滴下することを特徴とする。以下、本発明の実施の形態を図1を用いて説明する。なお、上記従来例を示す図2と同様をなすものについては、同一の符号を付けて説明する。

【0012】 (実施の形態) 図1は、本発明の実施の形態を示す。上記従来例を示す図2とは異なり、図1(a)に示すように、この実施の形態では滴下装置の滴下シリンジ1の先端角度を制御して、滴下シリンジ1から滴下する液晶2の矢印Aで示す流動方向とガラス基板4の表面とのなす角 $\theta 1$ を所定の角度に制御する。

【0013】 すなわち、配向膜3の形成されたガラス基板4の表面に液晶2を滴下するに際し、滴下シリンジ1

の先端部をガラス基板4の表面に対してある角度を持たせて液晶2を滴下する。この滴下シリンジ1の先端での液晶2の流動方向〔矢印A方向〕とガラス基板4の表面とのなす角 $\theta 1$ は、 $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ の範囲にある必要がある。

【0014】 $\theta 1$ が $45^{\circ}$ を超えると、上記従来例と同様に液晶の滴下跡により液晶表示パネルに濃淡ムラが生じることとなる。なお、 $\theta 1$ が $0^{\circ}$ とは、図1(b)に示すように、滴下シリンジ1の先端部がガラス基板4の表面に押し付けられた状態を指し、矢印A'で示す液晶2の流動方向とガラス基板4の表面とが平行となる。

【0015】このような滴下方法によると、液晶2を滴下したガラス基板4と対向基板(図示せず)との貼り合わせ時に、液晶滴の広がり流動性が液晶の配合系に関わらず良好となり、表示画面における濃淡ムラの発生をなくすることができる。なお、上記構成に加えて本発明では、液晶2を滴下する側のガラス基板4の表面に形成された配向膜のラビング溝と滴下シリンジ出口での液晶2の流動方向とのなす角を $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ とする、または滴下する液晶2としてTN用あるいはSTN用を使ってネマチック-等方相転移温度(以下「 $T_{ni}$ 」)と称す。)より高い温度に液晶2を加熱した状態で基板に滴下する、または液晶2を超音波処理した後に基板に滴下するなどの処理を行うことが好ましい。

【0016】このような処理を行うと、液晶2の滴下時、あるいは滴下シリンジ1内での液晶2の流動方向が制御され、液晶滴の広がり流動性をさらに向上させることができる。以下に、本発明の実施の形態の具体例を示す。

#### 実施例1

配向膜(チソ社製、品番PSI-A-2204-M5、最適硬化温度 $200^{\circ}\text{C}$ )を塗布して、 $190^{\circ}\text{C}$ の温度下で硬化処理を施したガラス基板4に、滴下シリンジ1を用いてSTN用の液晶(チソ社製、品番MM4414)を滴下した。

【0017】滴下シリンジ先端での液晶2の流動方向〔矢印A方向〕と基板表面のなす角度 $\theta 1$ は $30^{\circ}$ とした。そして、液晶2を滴下した後のガラス基板4に対向基板を貼り合せて、液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルを点灯したところ、液晶滴の滴下跡による濃淡ムラは発生しなかった。

#### 実施例2

滴下シリンジ先端での液晶の流動方向〔矢印A方向〕と基板表面のなす角度 $\theta 1$ を $45^{\circ}$ とした。

【0018】そしてそれ以外は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルは、濃淡ムラのない表示品位の優れたものであった。

#### 実施例3

滴下シリンジ先端での液晶の流動方向〔矢印A方向〕と基板表面のなす角度 $\theta 1$ が $30^{\circ}$ で、かつ配向膜3のラ

ビング溝とのなす角度が $0^{\circ}$ になるように液晶2を滴下した。

【0019】そしてそれ以外は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルは、さらに濃淡ムラのない表示品位の優れたものであった。なお、上記実施例3では液晶2の流動方向〔矢印A方向〕と基板表面とのなす角 $\theta 1$ が $30^{\circ}$ の例を示したが、 $\theta 1$ が $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 未満、 $30^{\circ}$ を超えて $45^{\circ}$ 以下の場合についても同様に良好な結果が得られた。

10 【0020】また、上記実施例3では矢印A方向で示す液晶2の流動方向と矢印配向膜3のラビング溝とのなす角度が $0^{\circ}$ とした例を示したが、矢印A方向と矢印配向膜3のラビング溝とのなす角度が $0^{\circ}$ を超えて $45^{\circ}$ 以下のものについても同様に良好な結果が得られた。

#### 実施例4

上記実施例1～3では、液晶2の $T_{ni}$ よりも低い温度、具体的には $25^{\circ}\text{C}$ で液晶2をガラス基板4に滴下したが、この実施例4では液晶2を $T_{ni}$ よりも高い $120^{\circ}\text{C}$ の温度に加熱した状態でガラス基板4に液晶2を滴

20 下した。【0021】そしてそれ以外は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルは、さらに濃淡ムラのない表示品位の優れたものであった。

#### 実施例5

液晶2をガラス基板4に滴下する前に滴下シリンジ1に入れた液晶2を超音波処理し、超音波処理した後の液晶2をガラス基板4に滴下した。

【0022】そしてそれ以外は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルは、さらに濃

30 淡ムラのない表示品位の優れたものであった。比較例1

滴下シリンジ先端での液晶の流動方向と基板表面のなす角度を $90^{\circ}$ とした。

【0023】そしてそれ以外は実施例1と同様にして液晶パネルを作製した。得られた液晶パネルは、液晶の滴下跡による濃淡ムラが発生した。なお、上記実施例1～5では、滴下シリンジ先端での液晶の流動方向と基板表面のなす角度 $\theta 1$ を $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ とした例を示したが、 $\theta 1$ を $30^{\circ}$ より小さくした場合についても、同様に濃淡ムラのない良好な表示品位の液晶パネルが得られ

40 た。【0024】また、配向膜3のラビング溝とシリンジ出口での液晶2の流動方向とのなす角が $45^{\circ}$ までの場合には、濃淡ムラのない液晶パネルが得られたが、 $45^{\circ}$ を超えると濃淡ムラの発生が見られた。さらに、上記実施例ではSTN型の液晶を用いた例を示したが、本発明はこれに限定されるものではなく、液晶の配合系に関わらず混合系の液晶においても良好な結果が得られた。

#### 【0025】

50 【発明の効果】以上のように本発明の液晶表示装置の製

造方法によれば、シリンジ先端での液晶の流動方向と基板表面とのなす角度が $0^{\circ} \sim 45^{\circ}$ となるように滴下シリンジの先端を傾斜させて液晶を滴下することで、液晶の滴下跡による濃淡ムラのない液晶表示装置の作成が実現できる。

【0026】また、滴下装置の滴下シリンジの先端角度を調節するだけで、他のプロセス条件の厳密なコントロールを行う必要がないため、容易に濃淡ムラの解消が実現できる。また、配向膜の形成時などのプロセスマージンが広がるため、量産プロセスの条件コントロールが容易になる。

【0027】さらに、従来の手法では濃淡ムラ発生が起

こりやすく、使用が困難であった配合系の液晶についても使用することができる。

【図面の簡単な説明】

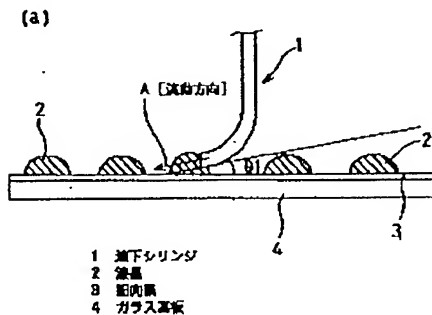
【図1】実施の形態における液晶の滴下方法を示す模式図

【図2】従来の液晶の滴下方法を示す模式図

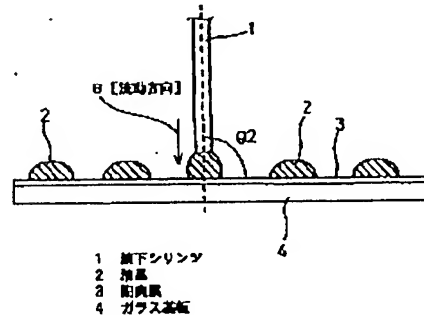
【符号の説明】

- |   |        |
|---|--------|
| 1 | 滴下シリンジ |
| 2 | 液晶     |
| 3 | 配向膜    |
| 4 | ガラス基板  |

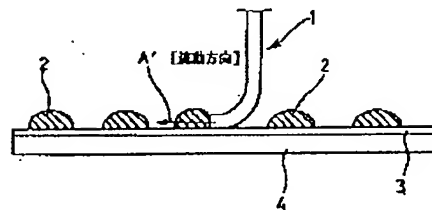
【図1】



【図2】



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 山田 聡  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 炭田 社朗  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 松川 秀樹  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

Fターム(参考) 2H089 NA22 NA31 NA34 NA35 QA12  
QA15 RA10 TA04

JP2000-241824E

[Title of the Invention]      METHOD OF MANUFACTURING LIQUID  
CRYSTAL DISPLAY DEVICE

[Abstract]

[Object] To provide a method of manufacturing a liquid crystal display device which enables dissolving gradation unevenness caused by dropping marks of a liquid crystal with ease.

[Solving Means] In manufacturing a liquid crystal display device comprising one substrate 4 on which a liquid crystal 2 is dropped via a syringe 1 and a counter substrate subsequently stuck thereto and holding the liquid crystal 2 sealed between the pair of substrates, the liquid crystal 2 is dripped by inclining the outlet of the syringe 1 in such a way that the angle  $\theta_1$  formed between the flow direction (the direction of the arrow A) of the liquid crystal 2 at the outlet of the syringe 1 and the surface of the substrate is within the range of 0 to 45°.

[Claims]

[Claim 1]      A method of manufacturing a liquid crystal display device in which liquid crystals are dropped on one substrate from a dropping syringe, then a counter substrate is bonded to the one substrate, and the liquid crystals are sealed between a pair of substrates, the method comprising the step of:

dropping the liquid crystals by inclining the outlet of the syringe in such a way that the angle formed between a flow direction of the liquid crystal at the outlet of the syringe and the surface of the substrate is within the range of 0 to 45°.

[Claim 2] The method according to claim 1, wherein an angle formed between a rubbing groove of the orientation film formed on the surface of the substrate on which the liquid crystals are dropped and a flow direction of the liquid crystals at the outlet of the dropping syringe is within the range of 0° to 45°.

[Claim 3] The method according to claim 1 or 2, further comprising the step of dropping the liquid crystals to the substrate when liquid crystals are heated to the temperature higher than nematic - isotropic phase transition temperature.

[Claim 4] The method according to any one of claims 1 to 3, further comprising the step of dropping the liquid crystals to the substrate after treated by supersonic waves.

#### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

#### [Technical Field of the Invention]

The present invention relates to a method of manufacturing a liquid crystal display device by bonding a counter substrate to one substrate after dropping liquid

crystals to the one substrate from a dropping syringe.

[0002]

[Description of the Related Art]

Conventionally, a method of manufacturing a liquid crystal panel to be used in a liquid crystal display device is largely divided into two kinds of methods. The first method is to a so-called vacuum filling method of filling up a liquid crystal material by making an empty cell to be vacuum after assembling an empty cell by bonding a pair of glass substrates and using the difference between a vacuum pressure within an empty cell and the atmospheric pressure.

[0003]

Most of liquid crystal panels which are manufactured until now are manufactured by the vacuum filling method. However, in the vacuum filling method, because much time is required for filling up liquid crystals, there is a problem in a point of productivity. The second method is a so-called dropping method of bonding the other substrate to one substrate after dropping a liquid crystal material on the one substrate.

[0004]

The dropping method is expected as a next generation method of manufacturing a panel because it has a short throughput and a high utility efficiency of a liquid crystal material. Fig. 2 shows a conventional dropping method.

Liquid crystals 2 are dropped from a dropping syringe 1 to a glass substrate 4 in which the orientation film 3 is formed.

[0005]

At this time, the dropping syringe 1 is perpendicular to the glass substrate 4 and an angle  $\theta_2$  formed between a flow direction of liquid crystals 2 at a tip of the dropping syringe 1 which is indicated by arrow B and the surface of the glass substrate 4 is  $90^\circ$ .

[0006]

[Problems to be Solved by the Invention]

However, in the method of dropping a liquid crystal 2, when a counter substrate is bonded to the glass substrate 4 to which liquid crystal 2 is dropped, diffusion or liquidity of the liquid crystal 2 remarkably gets worse. Specifically, when the wettability of the surface of the glass substrate 4 and the liquid crystal 2 is not good or an orientation regulation force of the orientation film 3 is weak, gradation unevenness is easily generated in the liquid crystal display due to dropping traces of the liquid crystal 2.

[0007]

In order to solve the gradation unevenness, it is required to strictly control other process conditions such as the orientation film 3, so that a process margin becomes small. Further, for some combined liquid crystals 2,



because generating traces of the liquid crystals are notable, it is difficult to use them. The present invention is to solve the above-mentioned problem, and an object of the present invention is to provide a method of manufacturing a liquid crystal display device which enables dissolving gradation unevenness caused by dropping marks of a liquid crystal with ease.

[0008]

[Means for Solving the Problems]

A method of manufacturing a liquid crystal display device according to the present invention is characterized by controlling a tip angle of a dropping syringe for dropping the liquid crystal. According to the present invention, when a counter substrate and the substrate on which the liquid crystals are dropped are bonded to each other, the diffusion or liquidity of the liquid crystals is improved, and thus it is possible to provide a liquid crystal display device in which there is no gradation unevenness without strictly controlling other process conditions.

[0009]

[Description of the Embodiments]

A method of manufacturing a liquid crystal display device according to claim 1 of the present invention, when liquid crystals are dropped on one substrate from a dropping

syringe, then a counter substrate is bonded to the one substrate, and the liquid crystals are sealed between a pair of substrates, is characterized by that the liquid crystals are dropped by inclining the outlet of the syringe in such a way that the angle formed between a flow direction of the liquid crystal at the outlet of the syringe and the surface of the substrate is within the range of 0 to 45°.

[0010]

A method of manufacturing a liquid crystal display device according to claim 2 of the present invention, in claim 1, is characterized by that an angle formed between a rubbing groove of the orientation film formed on the surface of the substrate on which the liquid crystals are dropped and a flow direction of the liquid crystals at the outlet of the dropping syringe is within the range of 0° to 45°. A method of manufacturing a liquid crystal display device according to claim 3 of the present invention, in claim 1 or 2, is characterized by that the liquid crystals are dropped to the substrate when liquid crystals are heated to the temperature higher than nematic - isotropic phase transition temperature.

[0011]

A method of manufacturing a liquid crystal display device according to claim 4 of the present invention, in any one of claims 1 to 3, is characterized by that the liquid

crystals are dropped on the substrate after treated by supersonic waves.

[0012]

(Embodiments)

[0012]

Fig. 1 shows an embodiment according to the present invention. Unlike Fig. 2 showing a conventional technique, as shown in Fig. 1(a), in the present embodiment, by controlling an tip angle of a dropping syringe 1 of a dropping device, an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction indicated by arrow A of the liquid crystals 2 dropping from the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is controlled to a predetermined angle.

[0013]

That is, when the liquid crystals 2 are dropped on the surface of the glass substrate 4 in which the orientation film 3 is formed, the liquid crystals 2 are dropped so that the tip of a dropping syringe 1 has any angle with respect to the surface of the glass substrate 4. It is required that an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction [a direction of arrow A] of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is within the range of  $0^\circ$  to  $45^\circ$ .

[0014]

If the angle  $\theta_1$  exceeds  $45^\circ$ , the gradation unevenness

is generated in the liquid crystal display panel by dropping traces of the liquid crystals similar with the conventional technique. Further, as shown in Fig. 1(b), the meaning that  $\theta_1$  is  $0^\circ$  indicates that the tip of the dropping syringe 1 is pressed on the surface of the glass substrate 4 and a flow direction of the liquid crystals 2 indicated by arrow A' is parallel to the surface of the glass substrate 4.

[0015]

According to the dropping method, when the glass substrate 4 on which the liquid crystals 2 are dropped and the counter substrate (not shown) are bonded to each other, the diffusion of a liquid crystal drop is good regardless of the combined liquid crystal, whereby it is possible to prevent the gradation unevenness from generating in the display screen. Further, in addition to the structure, in the present invention, it is desirable that an angle formed between a rubbing groove of the orientation film formed on the surface of the glass substrate 4 on which the liquid crystals 2 are dropped and a flow direction of the liquid crystals 2 at the outlet of the dropping syringe is within the range of  $0^\circ$  to  $45^\circ$ , the liquid crystals 2 heated to the temperature higher than nematic - isotropic phase transition temperature (hereinafter, referred to as TN-1) for using in TN or STN are dropped on the substrate, or the liquid crystals 2 are dropped on the substrate after treated by

supersonic waves.

[0016]

Though the treatment, because the direction is controlled when the liquid crystals 2 are dropped or the liquid crystals 2 are flown, the diffusion of the liquid crystal drop is further enhanced, so that it is possible to improve the effect to prevent the gradation unevenness from being generated. Now, a detailed embodiment of the present invention will be described.

(A First Embodiment)

The orientation film (made by chisso company, product number PSI-A-2204-M5, most suitable curing temperature 200°C) is coated and the liquid crystals (made by chisso company, product number MM4414) for STN are dropped on the glass substrate 4 in which the curing treatment is performed by the dropping syringe 1 under the temperature of 190°C.

[0017]

An angle  $\theta_1$  formed between a flow direction [a direction of arrow A] of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is 30°. A liquid crystal panel is manufactured by bonding a counter substrate to the glass substrate 4 on which the liquid crystals 2 are dropped. When the obtained liquid crystal panel is lighted up, the gradation unevenness is not generated by dropping traces of the liquid crystal

drop.

(A Second Embodiment)

An angle  $\theta_1$  formed between a flow direction [a direction of arrow A] of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is  $45^\circ$ .

[0018]

The liquid crystal panel is manufactured to be similar with the first embodiment 1 except other things. The obtained liquid crystal panel has no gradation unevenness and has an excellent display grade.

(A Third Embodiment)

An angle  $\theta_1$  formed between a flow direction [a direction of arrow A] of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is  $30^\circ$  and the liquid crystals 2 are dropped so that an angle of a rubbing groove of the orientation film 3 is  $0^\circ$ .

[0019]

The liquid crystal panel is manufactured to be similar with the first embodiment 1 except other things. The obtained liquid crystal panel has no gradation unevenness and has a further excellent display grade. Further, in the embodiment 3, an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction [a direction of arrow A] of the liquid crystals 2 at the tip of

the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate 4 is  $30^\circ$ , but the similar result is obtained in even when an angle  $\theta_1$  is within the range of  $0^\circ$  to less than  $30^\circ$  and is within the range of more than  $30^\circ$  to  $45^\circ$  or less.

[0020]

Further, in the third embodiment, an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction of the liquid crystals 2 indicated in a direction of arrow A and a rubbing groove of the orientation film 3 is  $0^\circ$ , but when an angle  $\theta_1$  formed between a direction of arrow A and a rubbing groove of the orientation film 3 is more than  $0^\circ$  to  $45^\circ$  or less, the similar excellent result is obtained.

(A Fourth Embodiment)

In the first to third embodiments, in a temperature lower than  $T_{N-1}$  of the liquid crystals 2, specifically  $25^\circ\text{C}$ , the liquid crystals 2 are dropped on the glass substrate 4, but in the fourth embodiment, at the state where the liquid crystals 2 are heated at the temperature of  $120^\circ\text{C}$  higher than  $T_{N-1}$ , the liquid crystals 2 are dropped on the glass substrate 4.

[0021]

The liquid crystal panel is manufactured to be similar with the first embodiment 1 except other things. The obtained liquid crystal panel has no gradation unevenness and has an excellent display grade.

(A Fifth Embodiment)

Before the liquid crystals 2 are dropped on the glass substrate 4, the liquid crystals 2 injected into the dropping syringe 1 are treated by supersonic waves and the liquid crystals 2 treated by supersonic waves are dropped on the glass substrate 4.

[0022]

The liquid crystal panel is manufactured to be similar with the first embodiment 1 except other things. The obtained liquid crystal panel has no gradation unevenness and has an excellent display grade.

(Comparative Embodiment)

An angle formed between a flow direction of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate is 90°.

[0023]

The liquid crystal panel is manufactured to be similar with the first embodiment 1 except other things. The obtained liquid crystal panel has the gradation unevenness. Further, in the embodiments 1 to 5, an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and the surface of the glass substrate is within the range of 30° to 45°, but in a case where the angle  $\theta_1$  is less than 30°, the obtained liquid crystal panel has no gradation unevenness and has an



excellent display grade.

[0024]

Further, in a case where an angle  $\theta_1$  formed between a flow direction of the liquid crystals 2 at the tip of the dropping syringe 1 and a rubbing groove of the orientation film 3 is up to  $45^\circ$ , the obtained liquid crystal panel having no gradation unevenness is obtained, but in a case where an angle  $\theta_1$  exceeds  $45^\circ$ , the gradation unevenness is observed. Further, the above-mentioned embodiment uses STN type of liquid crystal, but the present invention is not limited to this and even in the mixed liquid crystal regardless of the combined liquid crystal, a good result is obtained.

[0025]

[Advantages]

As described above, according to a method of manufacturing a liquid crystal display device of the present invention, as the liquid crystals are dropped by making the tip of the dropping syringe to be inclined so that an angle formed between a flow direction of the liquid crystals at the tip of the dropping syringe and the surface of the glass substrate is within the range of  $0^\circ$  to  $45^\circ$ , it is possible to manufacture a liquid crystal display device having no gradation unevenness due to the dropping marks of the liquid crystals.

[0026]

Further, it is unnecessary to strictly control other process condition by only adjusting the angle of the dropping syringe of the dropping device, so that it is possible to easily remove the gradation unevenness. Further, a process margin is increased when the orientation film is formed, so that it is possible to easily control a condition of a mass production process.

[0027]

Furthermore, it is possible to use the dropping syringe for the combined liquid crystals in which the gradation unevenness is easily generated in a conventional technique and having the difficulty when it is used.

[Brief Description of the Drawings]

[Fig. 1]

Fig. 1 is a perspective view illustrating a method of dropping a liquid crystal according to an embodiment of the present invention.

[Fig. 2]

Fig. 2 is a perspective view illustrating a conventional method of dropping a liquid crystal

[Reference Numerals]

- 1: dropping syringe
- 2: liquid crystal
- 3: orientation film

4: glass substrate